

Лабораторная работа №5

Модель эпидемии (SIR)

Кадирова М. Р.

ИНФОРМАЦИЯ

Докладчик

- Кадирова Мехрубон
Рахматжоновна
- студентка
- Российский университет
дружбы народов
- 1032225537@pfur.ru
- <https://github.com/KMehrubon/IM/>

Цель работы

Построить модель SIR в *xcos* и OpenModelica.

Задание

1. Реализовать модель SIR в в *xcos*;
2. Реализовать модель SIR с помощью блока Modelica в в *xcos*;
3. Реализовать модель SIR в OpenModelica;
4. Реализовать модель SIR с учётом процесса рождения / гибели особей в xcos (в том числе и с использованием блока Modelica), а также в OpenModelica;
5. Построить графики эпидемического порога при различных значениях параметров модели (в частности изменяя параметр μ);
6. Сделать анализ полученных графиков в зависимости от выбранных значений параметров модели.

Выполнение лабораторной работы

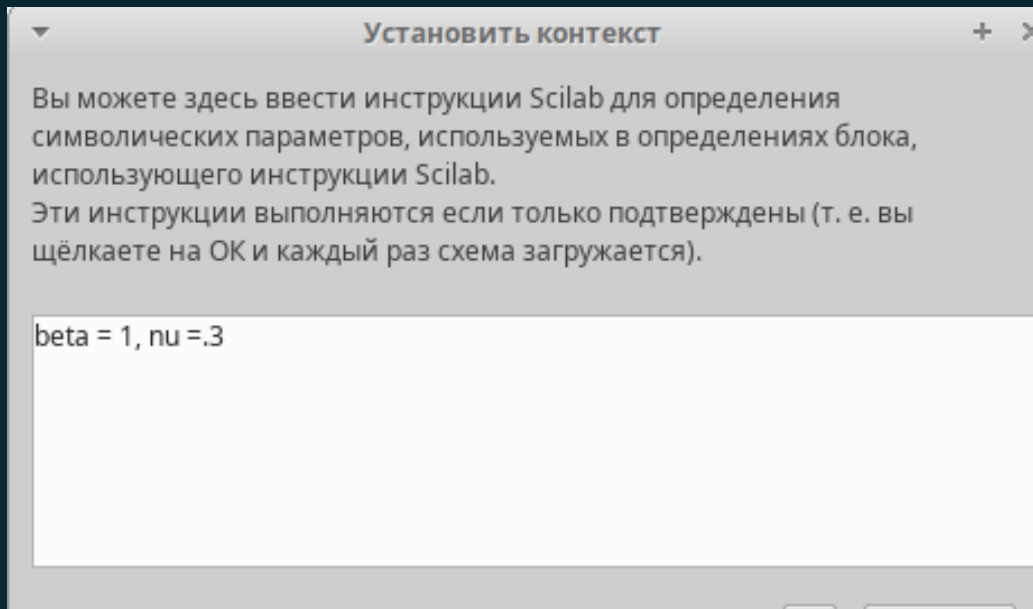
$$\begin{aligned} & \$\$ \\ & \begin{cases} \dot{s} = -\beta s(t)i(t); \\ \dot{i} = \beta s(t)i(t) - \nu i(t); \\ \dot{r} = \nu i(t), \end{cases} \\ & \end{cases} \\ & \$\$ \end{aligned}$$

где β -- скорость заражения, ν -- скорость
выздоровления

Реализация модели в xcos

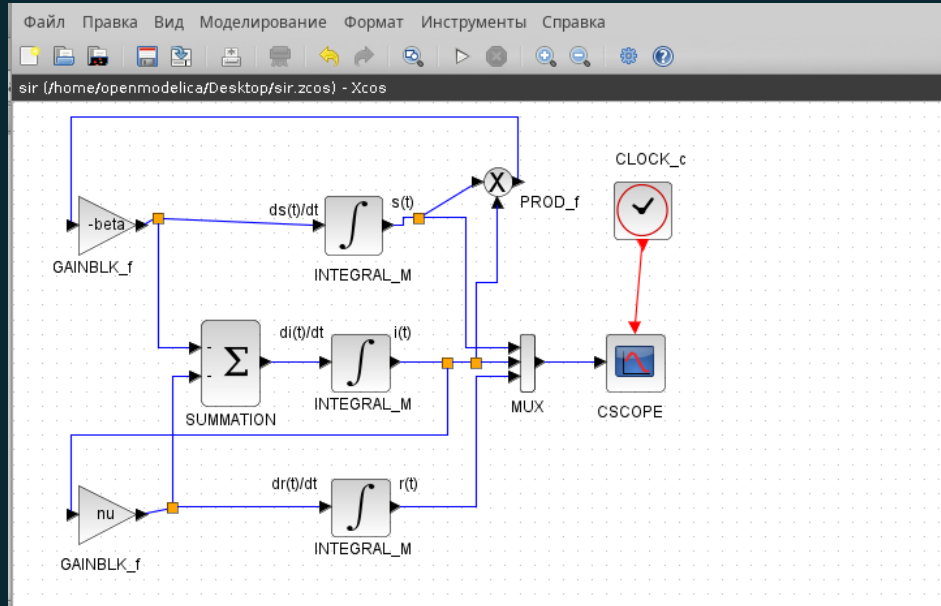
Зафиксируем начальные
данные: $\beta = 1$, $\nu = 0,3$,
 $s(0) = 0,999$, $i(0) = 0,001$, $r(0) =$
 $0.$

Реализация модели в xcos



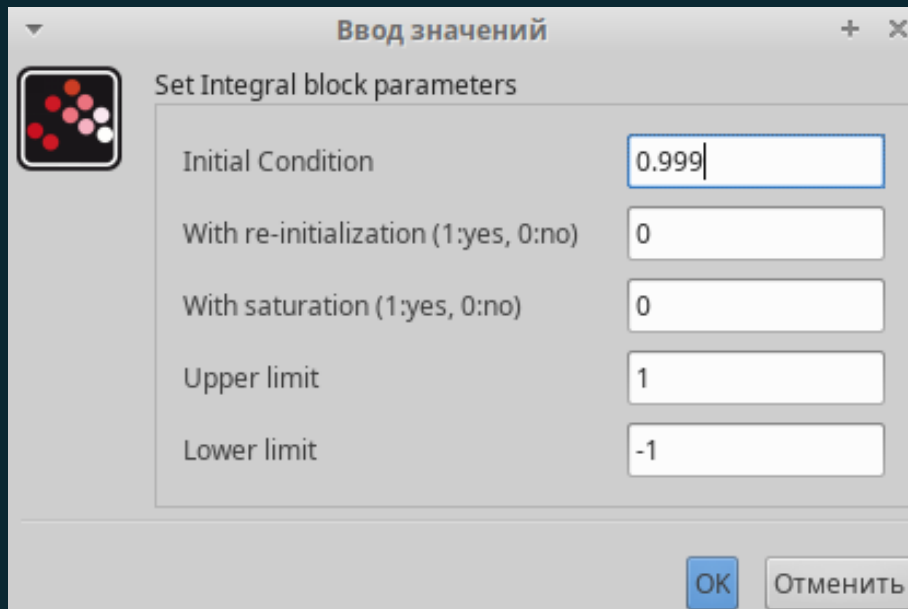
Задание переменных окружения в xcos

Реализация модели в xcoss



Модель SIR в xcoss

Реализация модели в хcos



Ввод значений

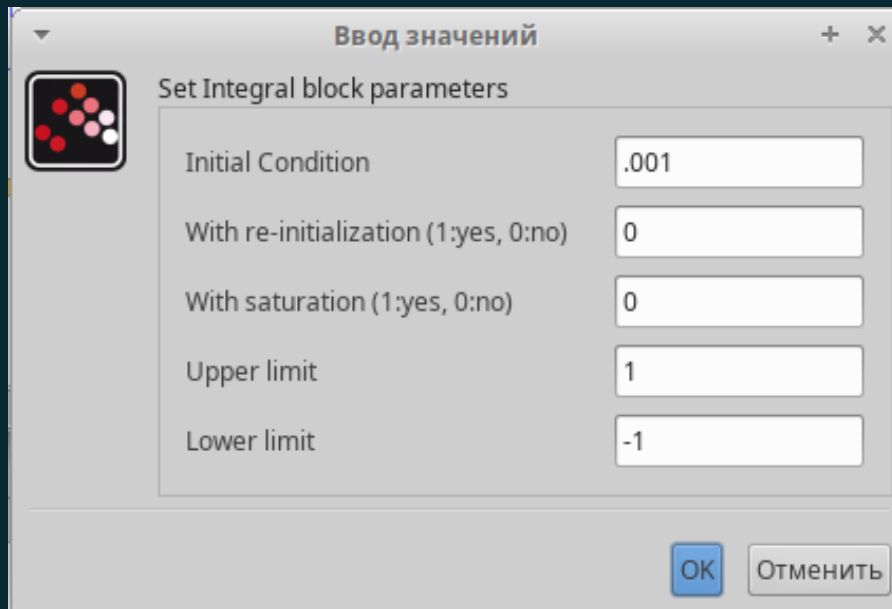
Set Integral block parameters

Initial Condition	0.999
With re-initialization (1:yes, 0:no)	0
With saturation (1:yes, 0:no)	0
Upper limit	1
Lower limit	-1

OK Отменить

Задание начальных значений в блоках интегрирования

Реализация модели в xcos



Ввод значений

Set Integral block parameters

Initial Condition	.001
With re-initialization (1:yes, 0:no)	0
With saturation (1:yes, 0:no)	0
Upper limit	1
Lower limit	-1

OK Отменить

Задание начальных значений в блоках интегрирования

Реализация модели в xcos

Параметры моделирования

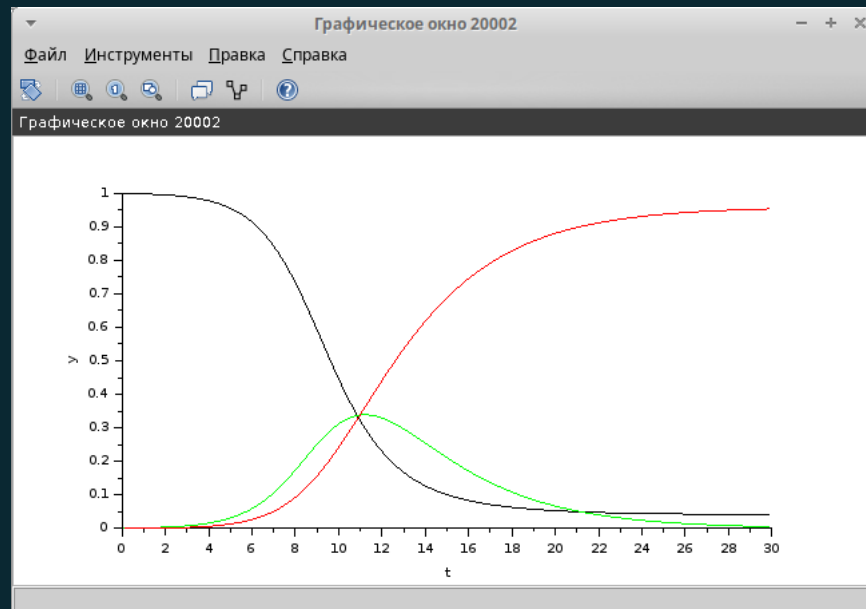
Конечное время интегрирования	3.0E01
Количество секунд в единице времени	0.0E00
Абсолютная погрешность интегрирования	1.0E-06
Относительная погрешность интегрирования	1.0E-06
Погрешность по времени	1.0E-10
Максимальный временной интервал интегрирования	1.0E05
Вид программы решения	Sundials/CVODE - BDF - NEWTON
Максимальный размер шага (0 означает "без ограничения")	0

Установить контекст

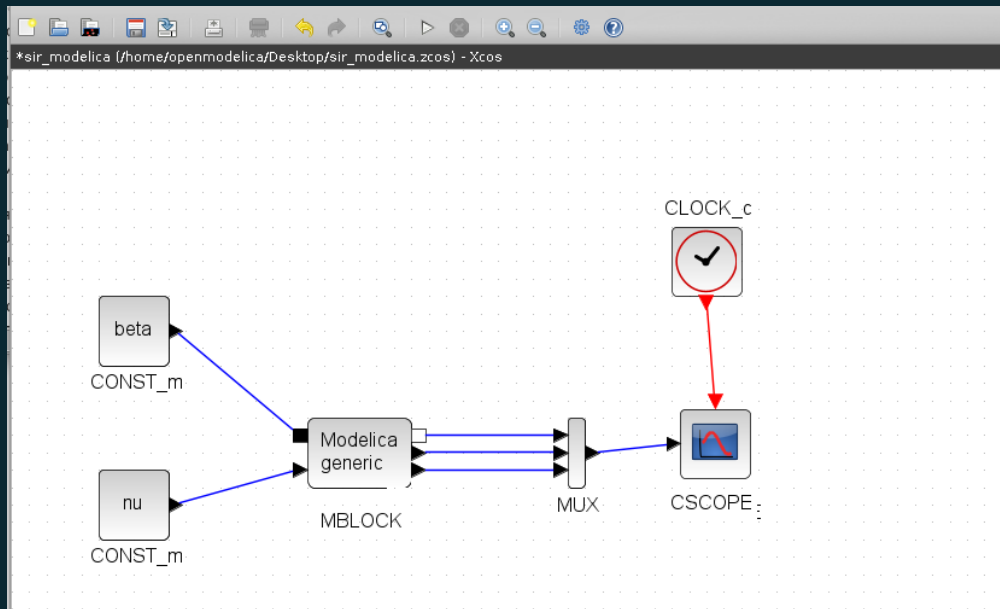
OK Отменить По умолчанию

Задание конечного времени интегрирования в xcos

Реализация модели в хcos

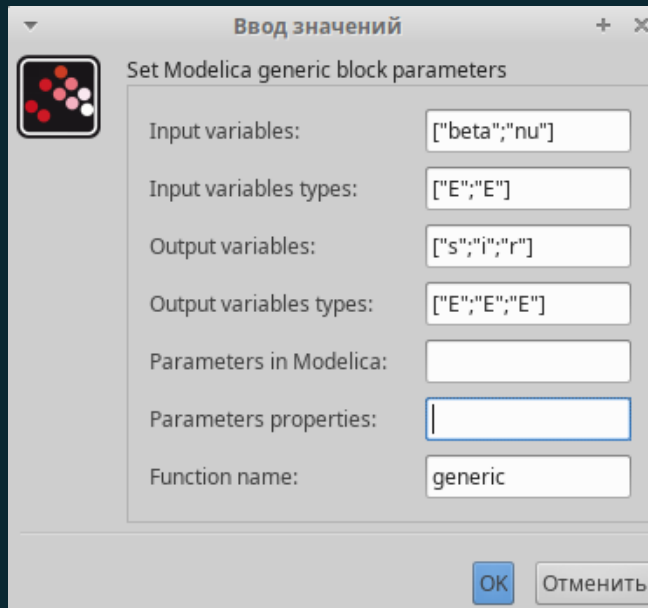


Реализация модели с помощью блока Modelica в xcos



Модель SIR в xcos с применением блока Modelica

Реализация модели с помощью блока Modelica в XCOS



Ввод значений

Set Modelica generic block parameters

Input variables: ["beta","nu"]

Input variables types: ["E","E"]

Output variables: ["s","i","r"]

Output variables types: ["E","E","E"]

Parameters in Modelica:

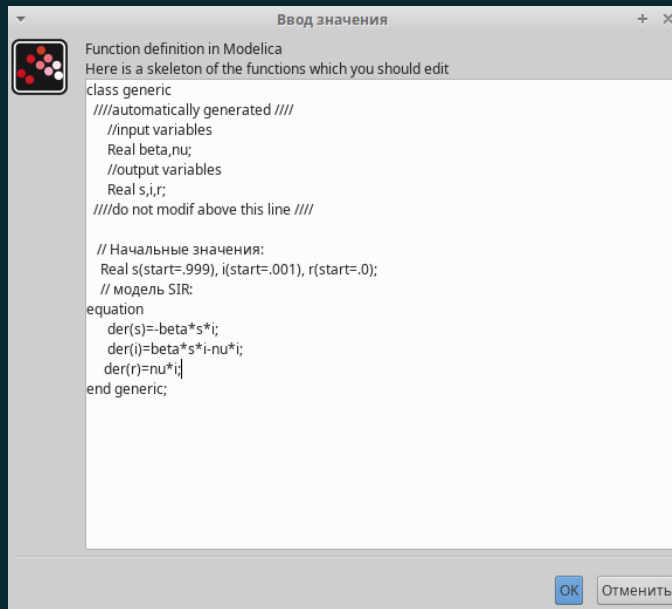
Parameters properties:

Function name: generic

OK Отменить

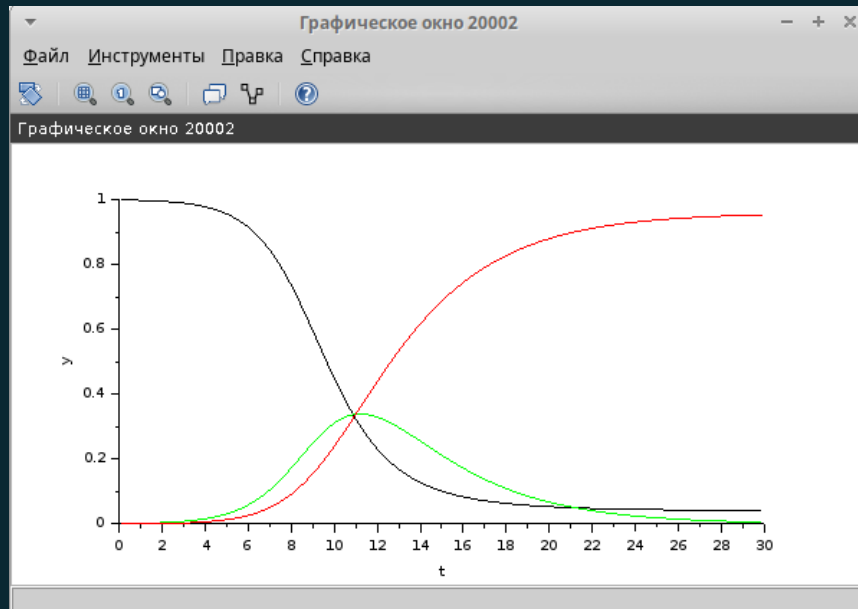
Параметры блока Modelica для модели SIR

Реализация модели с помощью блока Modelica в XCOS



Параметры блока Modelica для модели SIR

Реализация модели с помощью блока Modelica в ХСOS



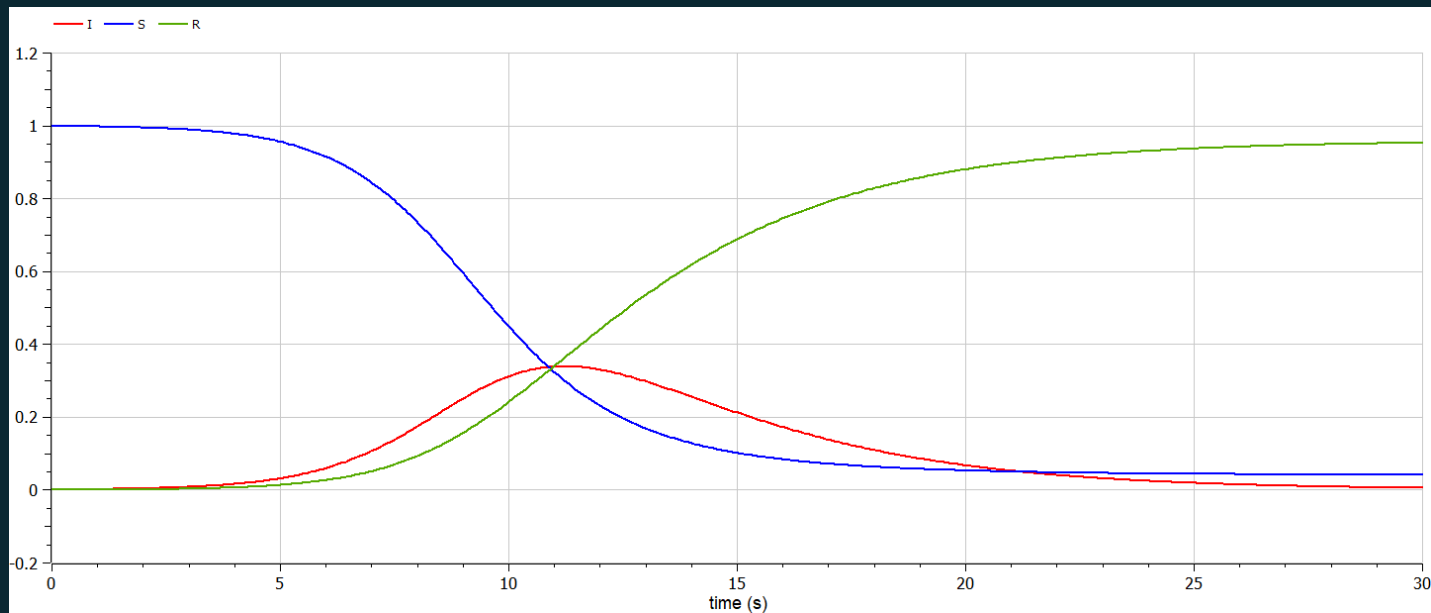
Упражнение

```
parameter Real I_0 = 0.001;  
parameter Real R_0 = 0;  
parameter Real S_0 = 0.999;  
parameter Real beta = 1;  
parameter Real nu = 0.3;  
parameter Real mu = 0.5;  
Real s(start=S_0);  
Real i(start=I_0);  
Real r(start=R_0);
```

equation

```
der(s)=-beta*s*i;  
der(i)=beta*s*i-nu*i;  
der(r)=nu*i;
```

Упражнение

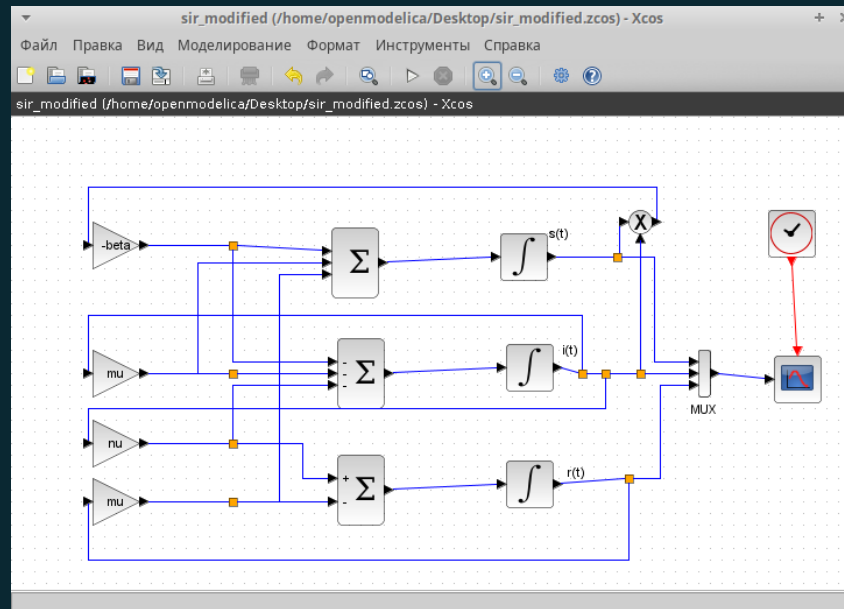


Задание для самостоятельного выполнения

```
$$  
\begin{cases}  
  \dot s = - \beta s(t)i(t) + \mu (N - s(t)); \\\br/>  \dot i = \beta s(t)i(t) - \nu i(t) - \mu i(t); \\\br/>  \dot r = \nu i(t) - \mu r(t),  
\end{cases}  
$$
```

где μ — константа, которая равна коэффициенту смертности и рождаемости.

Задание для самостоятельного выполнения



Модель SIR с учетом демографических процессов в xcos

Задание для самостоятельного выполнения

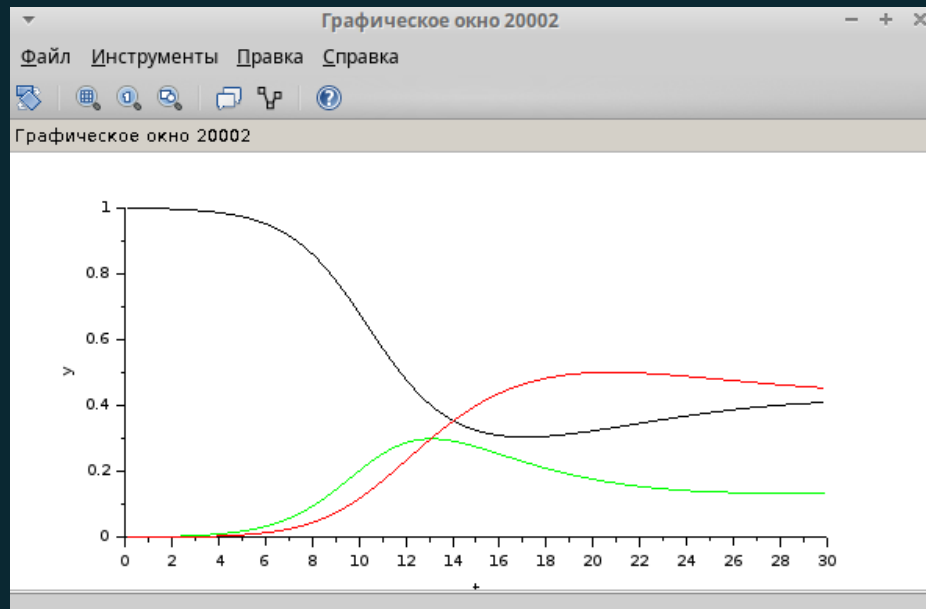
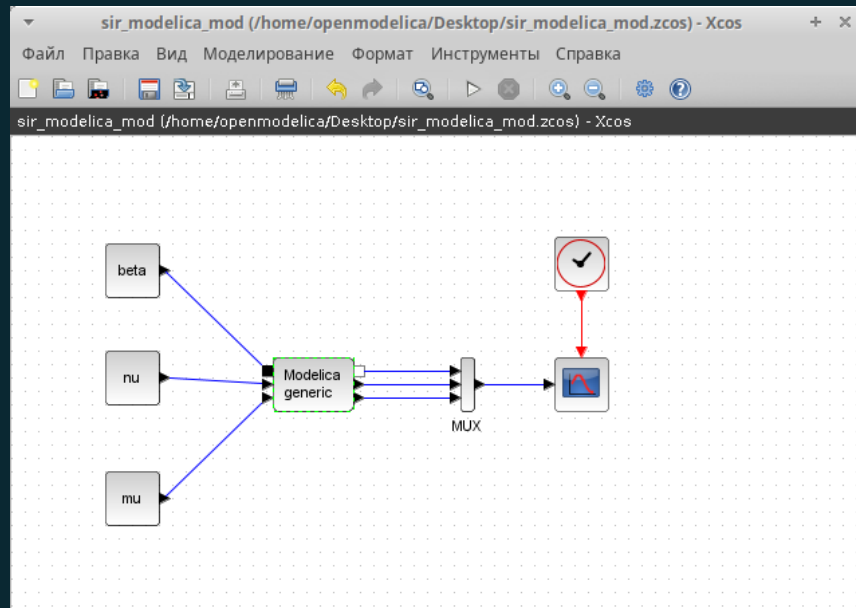


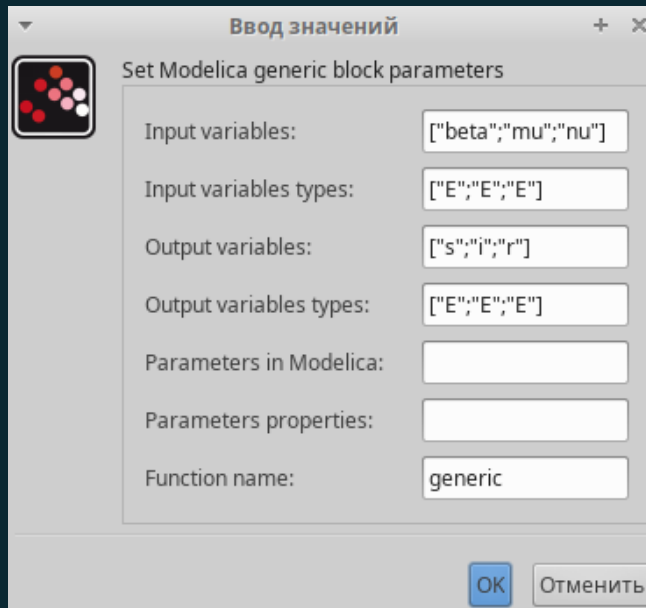
График модели SIR с учетом демографических процессов

Задание для самостоятельного выполнения



Модель SIR с учетом демографических процессов в xcos с применением блока Modelica

Задание для самостоятельного выполнения



Ввод значений

Set Modelica generic block parameters

Input variables: ["beta","mu","nu"]

Input variables types: ["E","E","E"]

Output variables: ["s","i","r"]

Output variables types: ["E","E","E"]

Parameters in Modelica:

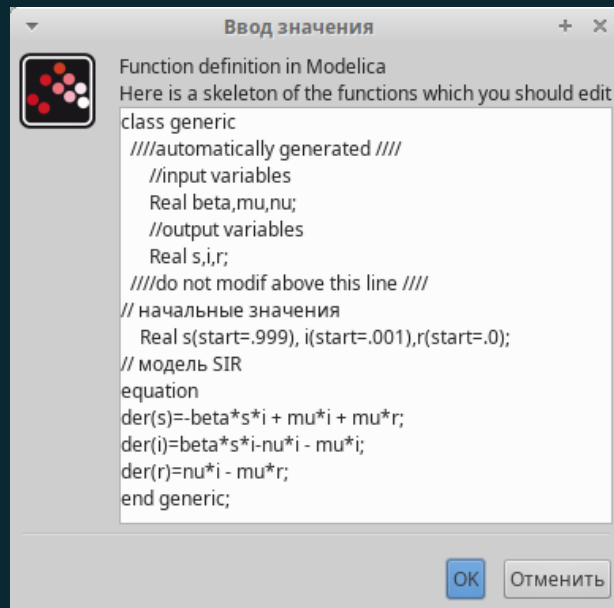
Parameters properties:

Function name: generic

OK Отменить

Параметры блока Modelica для модели SIR с учетом демографических процессов

Задание для самостоятельного выполнения



Параметры блока Modelica для модели SIR с учетом демографических процессов

Задание для самостоятельного выполнения

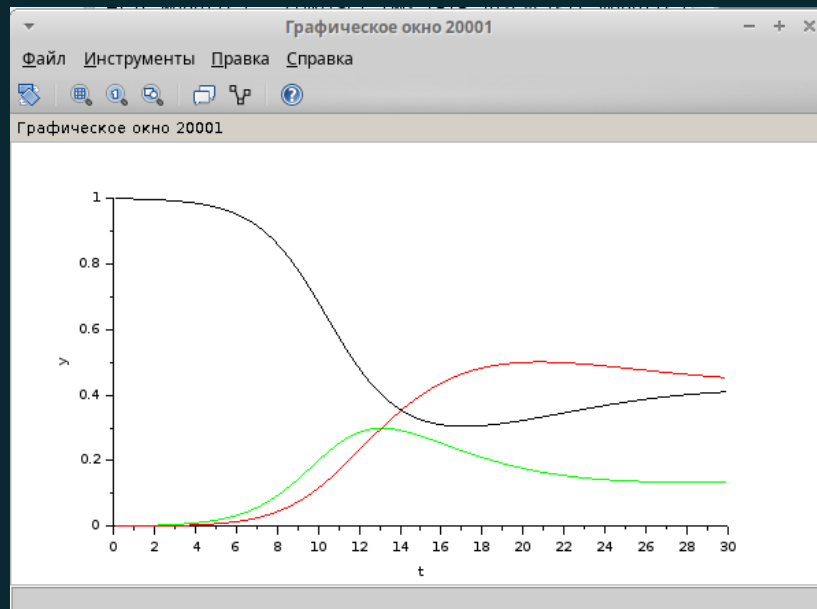


График модели SIR с учетом демографических процессов

Задание для самостоятельного выполнения

```
parameter Real I_0 = 0.001;  
parameter Real R_0 = 0;  
parameter Real S_0 = 0.999;  
parameter Real beta = 1;  
parameter Real nu = 0.3;  
parameter Real mu = 0.5;  
Real s(start=S_0);  
Real i(start=I_0);  
Real r(start=R_0);
```

equation

```
der(s)=-beta*s*i + mu*i + mu*r;  
der(i)=beta*s*i-nu*i - mu*i;  
der(r)=nu*i - mu*r;
```

Задание для самостоятельного выполнения

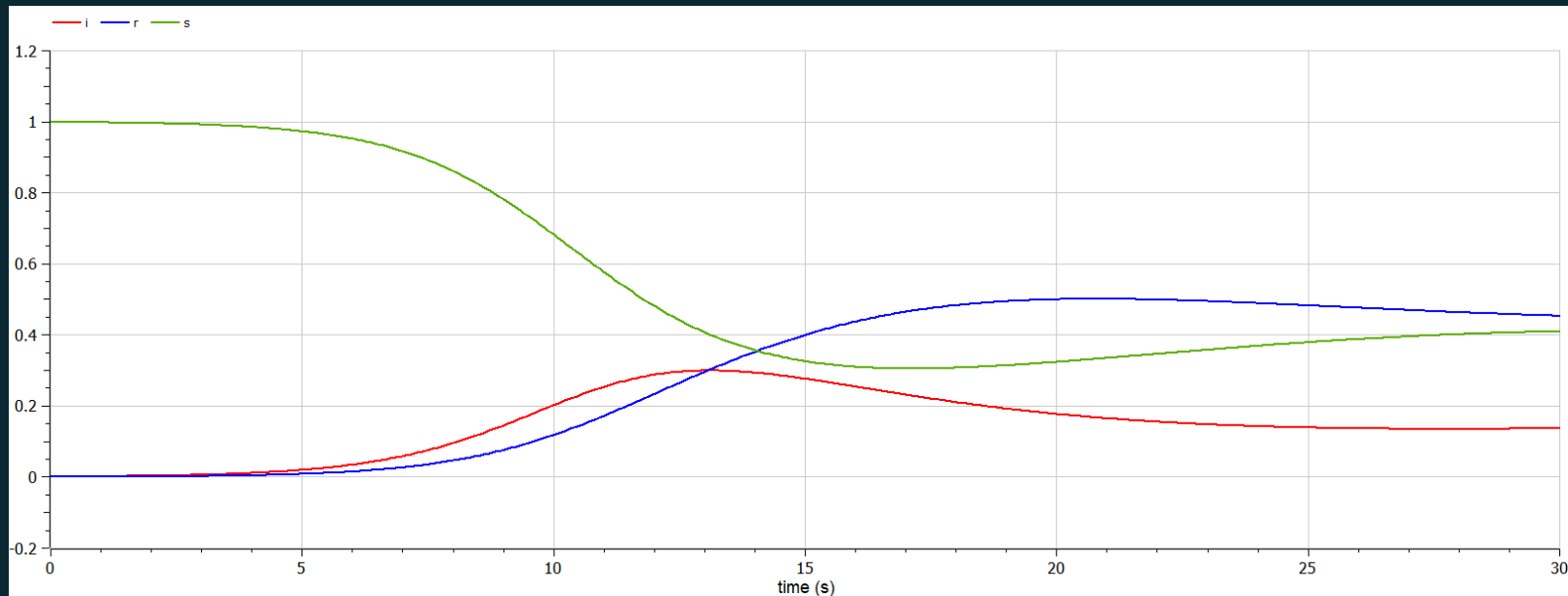


График модели SIR с учетом демографических процессов

Задание для самостоятельного выполнения

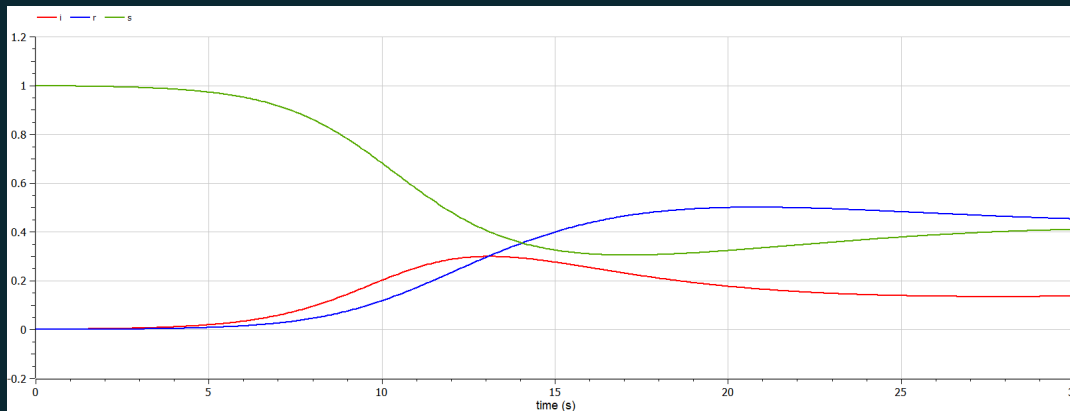


График модели SIR с учетом демографических процессов

Задание для самостоятельного выполнения

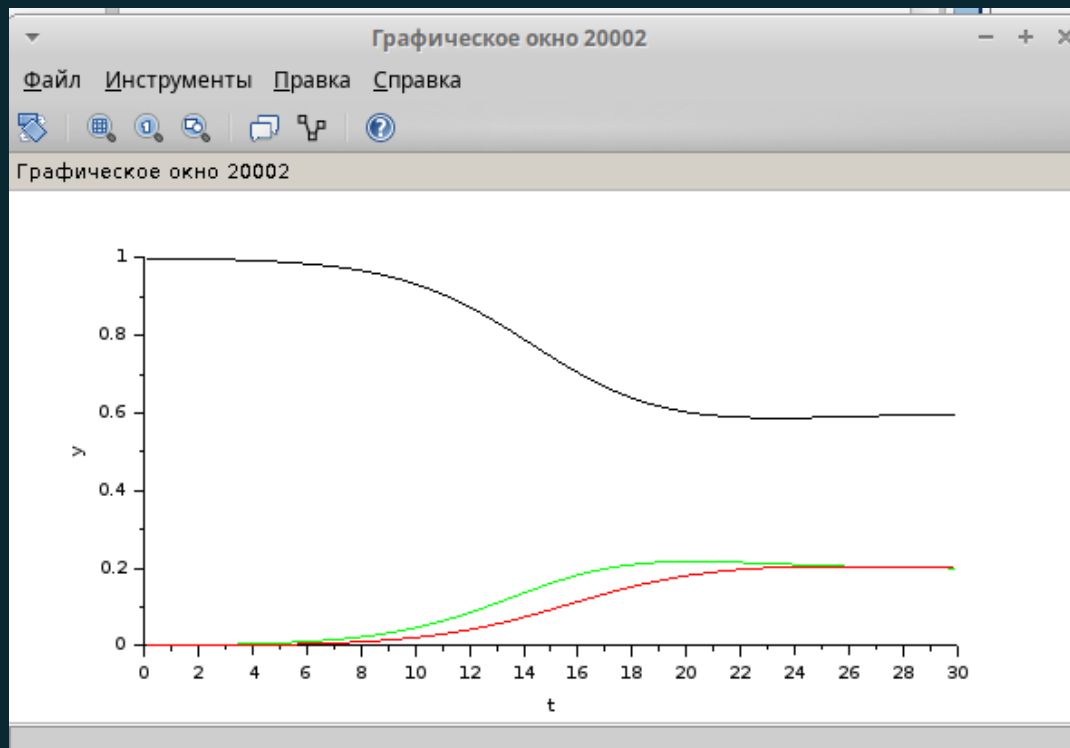


График модели SIR с учетом демографических процессов

Задание для самостоятельного выполнения

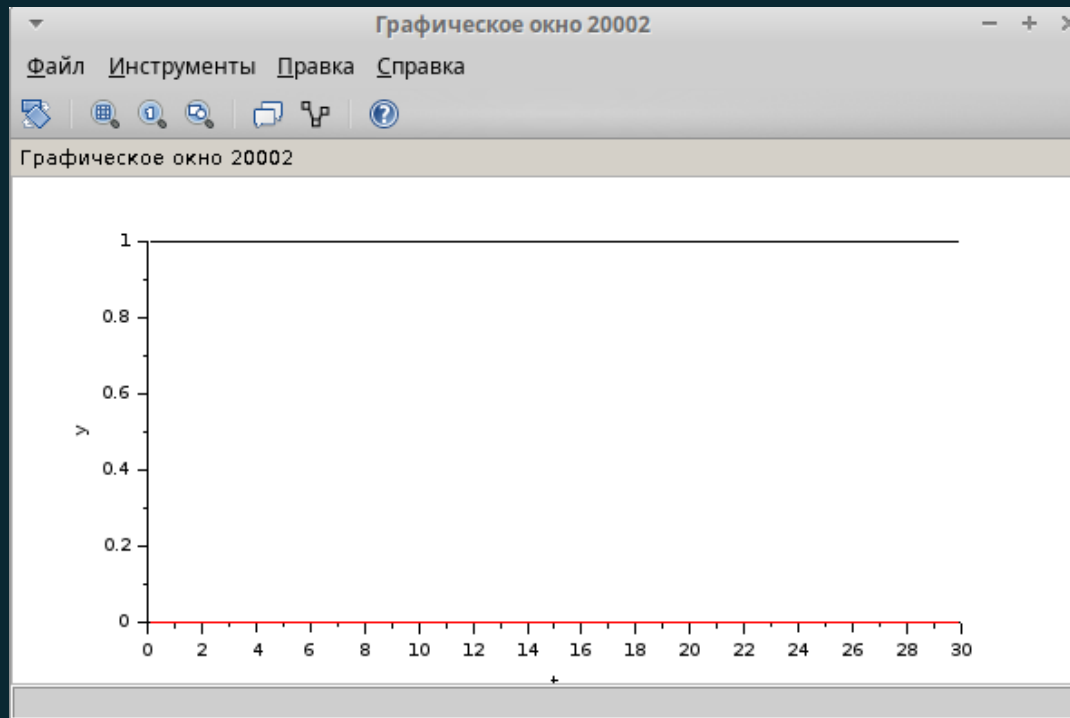


График модели SIR с учетом демографических процессов

Задание для самостоятельного выполнения

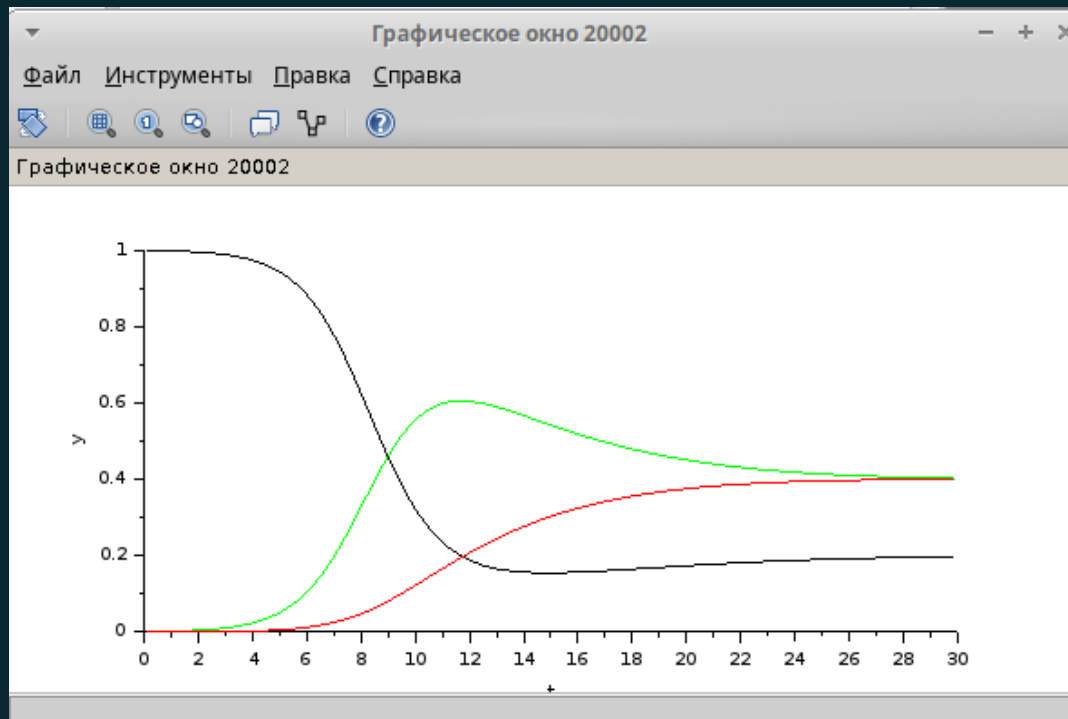


График модели SIR с учетом демографических процессов

Задание для самостоятельного выполнения

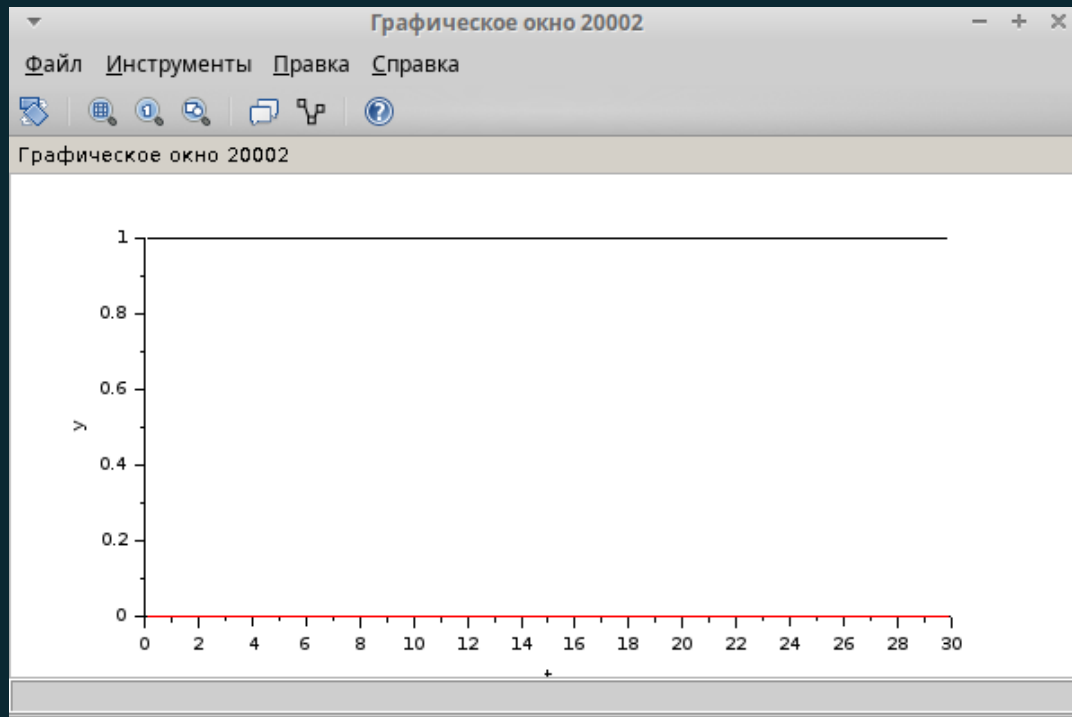


График модели SIR с учетом демографических процессов

Задание для самостоятельного выполнения

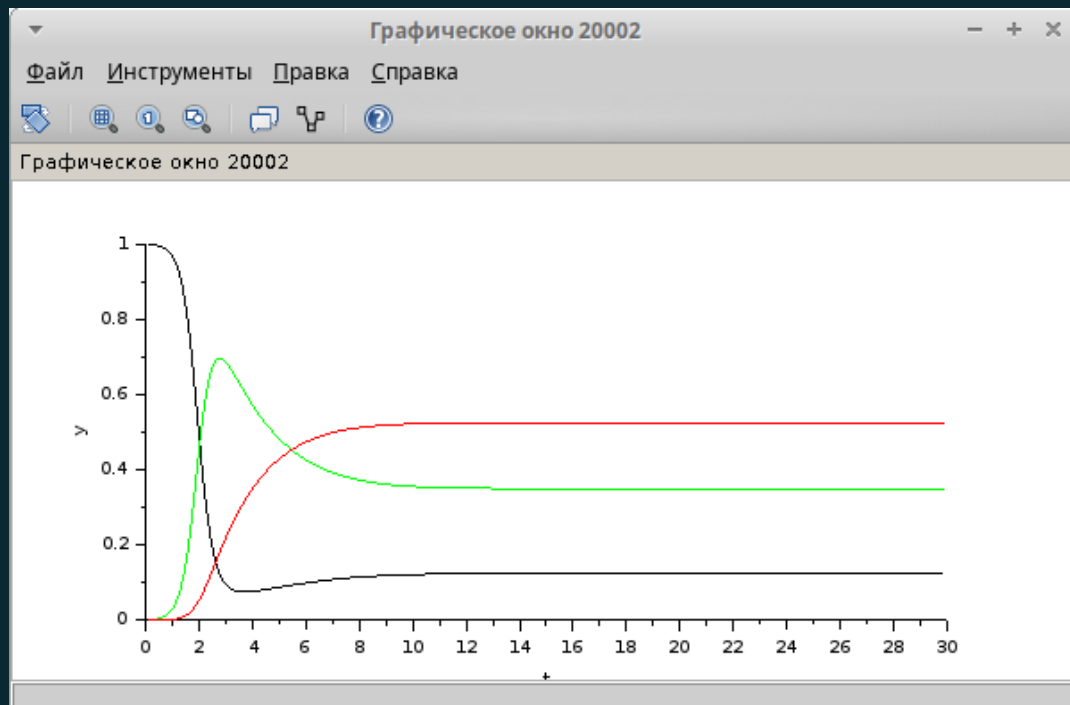


График модели SIR с учетом демографических процессов

Выводы

В процессе выполнения данной лабораторной работы была построена модель SIR в *xcos* и *OpenModelica*.